

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo  
Departamento de Propriedade Intelectual e Tecnologia da Agropecuária*

# **GEOESTATÍSTICA APLICADA NA AGRICULTURA DE PRECISÃO UTILIZANDO O VESPER**

*Ronaldo Pereira de Oliveira  
Célia Regina Grego  
Ziany Neiva Brandão  
Editores Técnicos*

**Embrapa**  
*Brasília, DF*  
2015

## Capítulo 7

---

# Importação em SIG

Ronaldo Pereira de Oliveira

### 7.1 Mapas Georreferenciados

Após os procedimentos de interpolação por krigagem, os resultados da estimativa em grade regular podem ser importados em SIG, resultando em mapas temáticos no formato *raster* (i.e.: matricial ou grade regular) contendo a espacialização contínua de isovalores do atributo analisado. No SIG, outras bases de dados georreferenciados podem ser visualizadas, superpostas e agrupadas. O uso de ambientes de geoinformação requisitam conhecimentos de preceitos cartográficos e da topologia de mapas digitais que devem ser considerados pelo usuário e podem ser encontrados em várias publicações de referência (STAR; ESTES, 1990). Estas camadas de informação permitem uma análise espacial multivariada capaz de integrar covariáveis ambientais e estruturais (e.g.: imagens de satélite, mapas de relevo, hidrografia e bases de infraestrutura cartográficas) com vários fatores da produção que tenham sido estimados sobre uma grade de interpolação comum (i.e.: atributos de fertilidade do solo e produtividade da planta na mesma resolução espacial), como no exemplo considerado por Valladares et al. (2009) para o planejamento do esquema amostral de solos em área de vinhedo.

No caso da AP, a interpretação dos mapas derivados da interpolação permite ao usuário identificar as regiões no talhão onde o fenômeno estudado é mais uniforme do que em outras. Dessa forma, a utilização das técnicas de geoestatística permitem amparar decisões estratégicas e operacionais em relação ao sistema de manejo diferenciado a ser adotado, seus potenciais impactos ambientais e produtividade esperada das diferentes variedades. Essa é uma contribuição da

geoestatística para o desenvolvimento de uma estratégia de produção agrícola eficiente e sustentável com a adoção consciente da AP.

## 7.2 Conversão em ASCII Raster Grid

Este capítulo resume-se a descreve o passo a passo no processo de importação dos arquivos resultantes da krigagem no Vesper, como definidos no Item 4.4, “**Conversão de Resultados**”. Os procedimentos são relativos aos arquivos de texto convertidos no Vesper para o formato “***ARC View/GIS ASCII Raster Grid***” (Figura 7.1), uma vez direcionados a ilustrar a geração de mapas matriciais como camadas de informação em ambientes SIG. Para isto é utilizado o software livre Quantum GIS, o qual, em sua nova versão QGIS 2.12 ‘Lyon’, lançada em Outubro de 2015, apresenta uma rotina de interface facilitada para a importação de arquivos textos delimitados em diferentes formatos e um comando específico para importação direta de diversos formatos de grades matriciais em texto ASCII (i.e.: *American Standard Code for Information Interchange*). O QGIS trabalha diretamente ou exporta formatos proprietários do ArcView, como *Shape File* (i.e.: arquivo no formato vetorial com extensão “.shp”) e *Grid File* (i.e.: arquivo no formato matricial com extensão “.grd”), que são os mais comumente usados para intercâmbio de mapas digitais.



plataformas. Os pacotes binários (instaladores) para a versão estável atual 2.12, em 23/10/2015, estão disponíveis para serem baixados via *download* em português<sup>5</sup>.

Dúvidas podem ser colocadas em um grupo de discussão<sup>6</sup> ou consultadas no guia de usuário disponível<sup>7</sup>, ambos em português.

## 7.4 Importação de ArcView ASCII Raster Grid

Depois de baixar, instalar e iniciar o QGIS O seguinte roteiro deverá ser seguido, a partir da janela principal, para a geração de uma camada de informação georreferenciada.

1. Na opção **“Camada”** do menu principal de comandos, navegar até **“Adicionar Camada”** e selecionar **“Adicionar Camada Raster”** para abrir a sub-janela de importação de dados no formato *raster* (Figura 7.2);
2. Na sub-janela de importação de dados **“Abrir uma fonte de dados GDAL suportada”**, clicar na barra de rolagem de formatos de arquivos suportados, e selecionar o formato **“Arc/Info ASCII Grid”** (**\*.asc \*.ASC**); navegar até a pasta de trabalho e selecionar o arquivo de extensão **“.asc”** e clicar em **“Abrir”** (Figura 7.3);
3. Na sequência, a sub-janela **“Seletor de Sistema de Coordenadas de Referência”** (Figura 7.4) é automaticamente aberta para que se possa definir os parâmetros de georreferenciamento cartográfico que são relativos a área de estudo. Esta etapa envolverá uma definição mínima dos parâmetros cartográficos de um mapa, como discutido a seguir.
4. Na barra de rolagem **“Sistema de referência de coordenadas do “world””** da sub-janela **“Seletor de Sistema de Coordenadas de Referência”**, selecionar, entre as inúmeras combinações de projeções e Datum oficiais para a cobertura de todo o globo. Uma vez identificada o sistema de referência, clique no botão **“OK”** (Figura 7.4). Os dados krigados aparecerão na janela do QGIS como

---


5 [http://www.qgis.org/pt\\_BR/site/forusers/download.html](http://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html)

6 <http://groups.google.com/group/qgisbrasil>

7 <http://qgisbrasil.org>

uma camada incorporada a base, com referências de localização, topologia e escala de representação (Figura 7.5)

As informações cartográficas necessárias para uma precisão da base de geoinformações são definidas por parâmetros de georreferenciação associadas as observações por ocasião da coleta ou as bases oficiais de referenciamento cartográfico. Como os dados importados do Vesper, por requisição no formato entrada, já se encontram em coordenadas retangulares de projeções cartográficas (i.e.: coordenadas X e Y, em metros); os mesmos parâmetros definidos na transformação dos dados brutos, originalmente em sistema de coordenadas geográficas (i.e.: Latitude e Longitude, em graus), devem ser definidos nesta sub-janela. Os dados brutos são coletados com referências diretas do GNSS disponível, em geral fornecidas em coordenadas esféricas WGS 84, que são posteriormente convertidas em um sistema de projeção cartográfica de referência, usualmente em coordenadas cartesianas da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), o qual requisita a definição da zona UTM associada a localização da área considerada. Atualmente, existe um novo sistema de referência definido para o Brasil, o SIRGAS 2000, em substituição ao tradicionalmente usado, o SAD 69 (i.e.: South American Datum 1969). No caso da área sob monitoramento intensivo considerada como exemplo neste livro, localizada em Rio Verde, GO, definiu-se a projeção UTM, Zona 22 Sul, no sistema SIRGAS (Figura 7.4). Conceitos básicos de cartografia são necessários para uma gerência precisa dos mapas georreferenciados em ambiente SIG, e podem ser consultados em Banker (1965) e IBGE (1998). Caso os parâmetros cartográficos não sejam conhecidos no momento da importação, o usuário poderá clicar no botão “Cancelar”, o que não impedirá a importação. A nova camada continuará aparecendo com suas georreferências em coordenadas cartesianas, entretanto, deslocada em relação aos sistemas de referência oficiais.

Outra alternativa para a adição de uma camada raster, em substituição ao passo 1 do procedimento descrito acima, está no ícone **“Adicionar Camada Raster”** () , localizado na Barra de Ferramentas **“Gerenciar Camadas”**, como realçado em vermelho na Figura 7.2. Posteriormente seguindo os passos de 2 a 4 como especificados acima. Uma vez o mapa já importado, este poderá ter seus valores categorizados, em modo contínuo, em intervalos definidos pelo usuário

ou mesmo automaticamente. As classes podem ser associadas a uma legenda de cores que facilitará a visualização dos padrões de variação espacial (Figura 7.6). Para isto é necessário seguir os seguintes passos:

1. (Figura 7.6). Para isto é necessário seguir os seguintes passos: No painel **“Camadas”**, navegar sobre o nome da camada importada, neste exemplo **“ $CE_a$  kriged Arc”**, e clicar com o botão da direita do mouse para ativar o menu **“Propriedades”** (Figura 7.6.a) e abrir a sub-janela **“Propriedades da Camada”**;
2. Selecionar a aba **“Estilo”**, da sub-janela **“Propriedades da Camada”**, para definir a renderização desejada para o mapa importado, com legenda de cores segundo a classificação em faixas de valores de  $CE_a$ .
3. Na interface **“Renderização da Banda”** na janela da aba **“Estilo”**, selecionar **“Banda simples falsa-cor”** na barra de rolagem **“Tipo de renderização”**;
4. Aceitar as seguintes predefinições: **“Banda 1”** na barra de rolagem **“Banda”**; **“Linear”** na barra de rolagem **“Cor de interpolação”**; e **“Contínuo”** na barra de rolagem **“Modo”**;
5. Selecionar a tabela de cores entre as opções disponíveis na barra de rolagem na interface **“Gerar novo mapa de cores”**, e clicar no botão **“Classificar”** (Figura 7.6.b).
6. Por fim clicar no botão **“OK”** para visualizar o mapa de  $CE_a$  com legenda de cores em intervalos absolutos da variável (Figura 7.7)

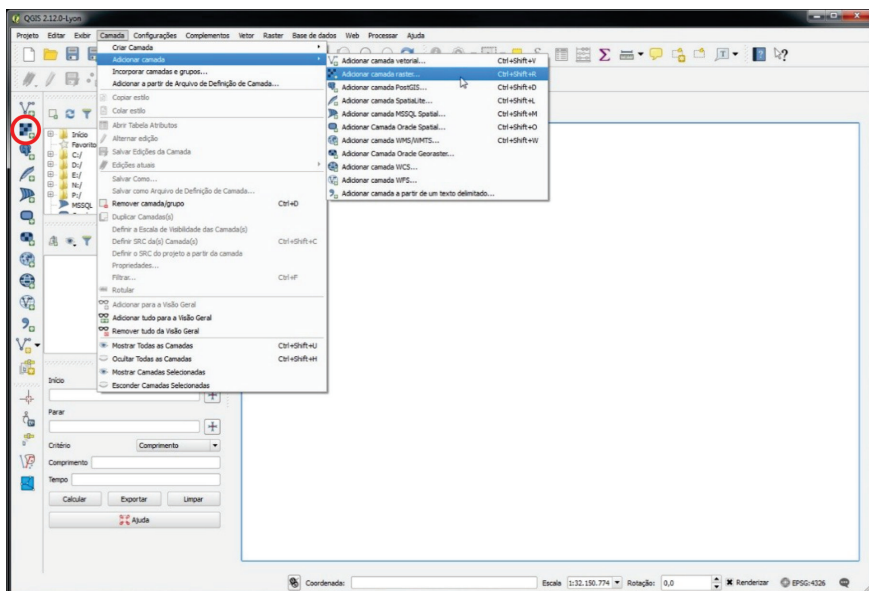


Figura 7.2. Seleção de comandos do menu principal para abrir a sub-janela de importação de arquivos em formato “**ARC View/ GIS ASCII Raster Grid**”.

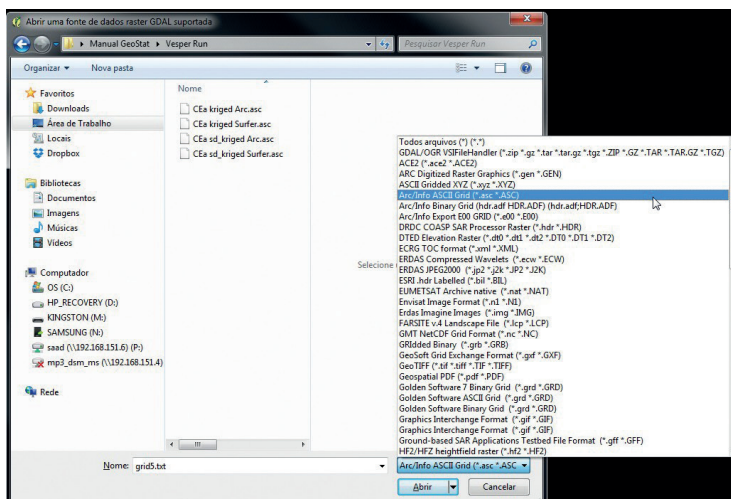
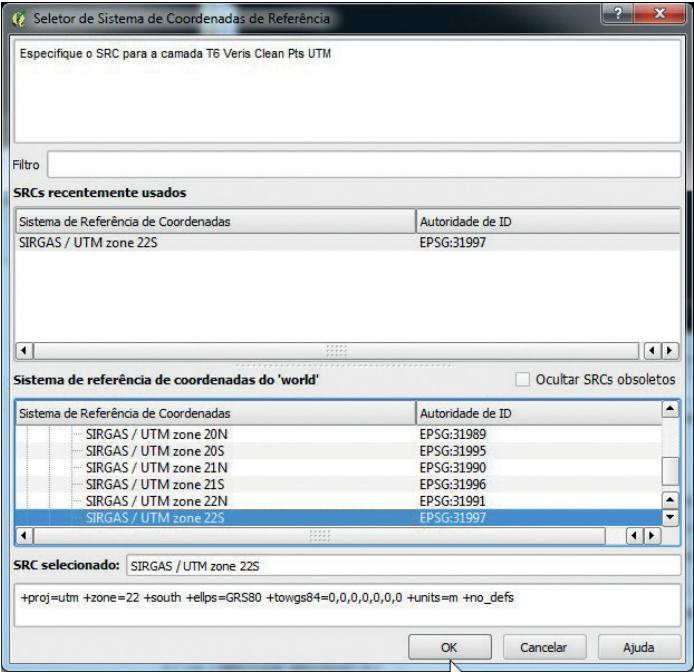
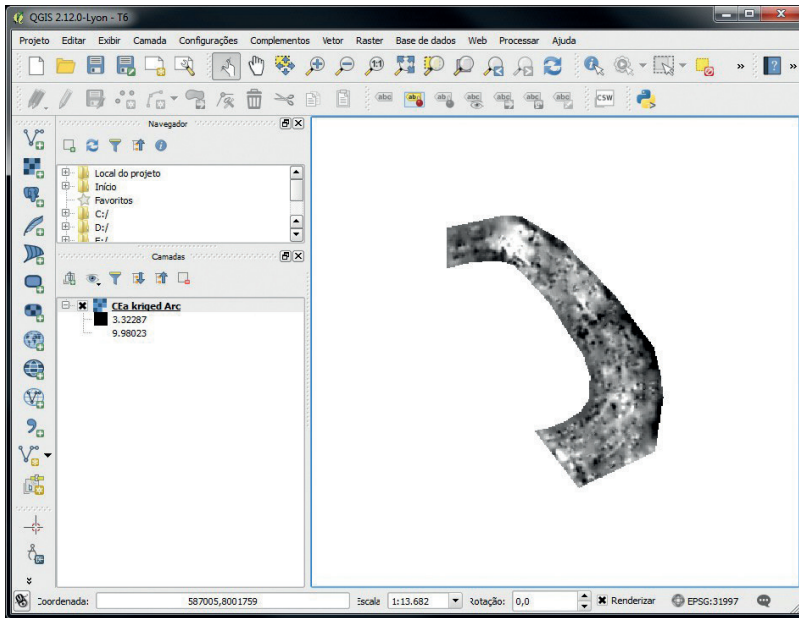


Figura 7.3. Sub-janela de importação direta de arquivos em formatos GDAL suportados que inclui o formato “**ARC View/ GIS ASCII Raster Grid**”.

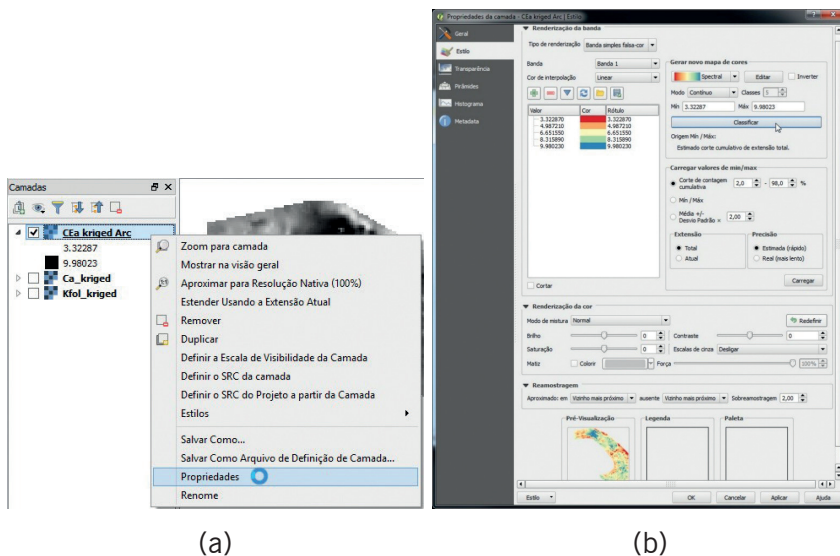




**Figura 7.4.** Sub-janela “Seleção de Sistema de Coordenadas de Referência” para definição dos parâmetros de georreferenciamento preciso do mapa sendo importado em ambiente SIG.



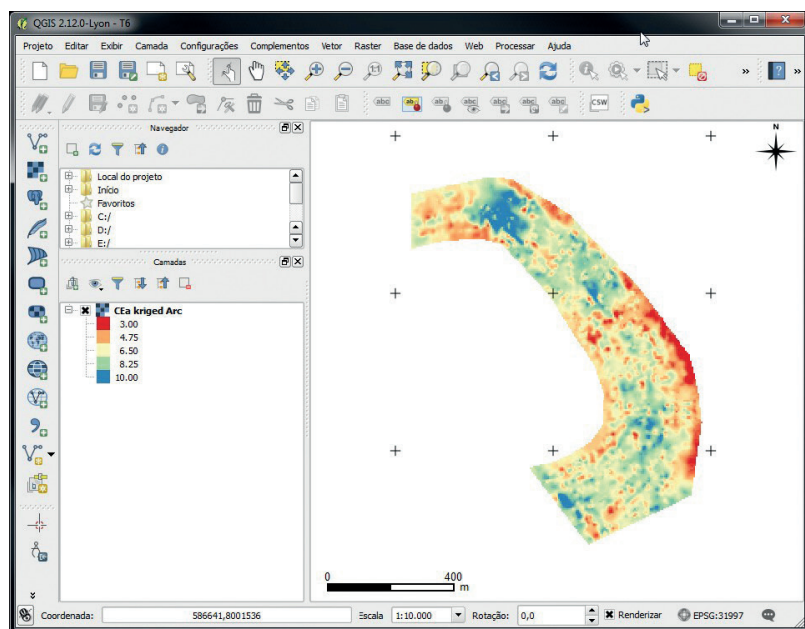
**Figura 7.5.** Mapa de  $CE_a$  importado no QGIS a partir dos mapas estimados no Vesper.



(a)

(b)

**Figura 7.6.** Procedimento de “Renderização da banda” do mapa importado com diferentes opções de legenda, selecionando: a) a sub-janela “Propriedades da Camada”; e b) a aba de “Estilo”.



**Figura 7.7.** Mapa de  $CE_a$  renderizado como “Banda simples falsa-cor” e legenda de cores por interpolação linear em modo contínuo definindo 5 faixas de valores.

## 7.5 Importação de Texto Delimitado

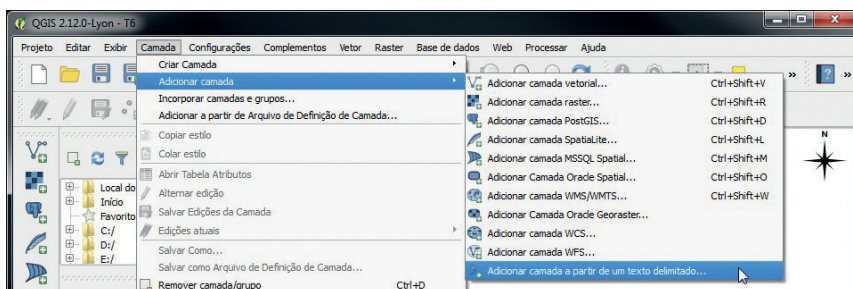
A importação de arquivos de texto delimitado (e.g.: por vírgulas, por tabulações ou por espaços) pode ser diretamente realizada no menu de comandos de camadas do QGIS para diferentes formatos textuais (e.g.: “.csv”, “.txt” ou “.asc”). Esta interface oferece opções que atendem os diferentes tipos de delimitação textual criadas no Vesper para os resultados da krigagem, geração da grade de interpolação e geração do contorno da área considerada; bem como outros arquivos de texto contendo dados brutos de entrada gerados no monitoramento intensivo.

### Visualização Georreferenciada dos Dados Brutos

Conforme anteriormente mencionado como opção para visualizar os dados de entrada (Item 2.5), detalhamos abaixo os procedimen-

tos para, a partir da barra de comandos na janela principal do QGIS, importar uma nova camada de dados georreferenciados.

1. Na opção **“Camada”** do menu principal de comandos, navegar até **“Adicionar camada”** e selecionar **“Adicionar camada a partir de um texto delimitado”** para abrir a sub-janela de importação de dados no formato de texto delimitado (Figura 7.8);
2. Na sub-janela de importação de dados **“Criar uma camada a partir de arquivo de texto delimitado”** (Figura 7.9), clicar no botão **“Procurar...”**, ao lado do campo **“Nome do Arquivo”** para abrir a sub-janela **“Escolha um arquivo de texto delimitado para abrir”** e selecionar a extensão e o nome do arquivo textual a ser importado (i.e.: **“.txt”**, **“.csv”**, **“.dat”**, ou **“.wkt”**). Observar no painel de visualização desta sub-janela a apresentação do conteúdo do arquivo sendo importado (Figura 7.10). Esta visualização permite subsidiar a seleção das opções de formato, registro, campo e geometria para definir a formatação correta do arquivo de texto (Figura 7.9);
3. Após as definições de formatação, especificar um nome para a camada a ser criada, certificar-se do formato correto do arquivo na área destinada a pré-visualização (Figura 7.9) e clicar em **“OK”**.



**Figura 7.8.** Seleção de comandos do menu principal para abrir a sub-janela de importação de arquivos em formato de texto delimitado.

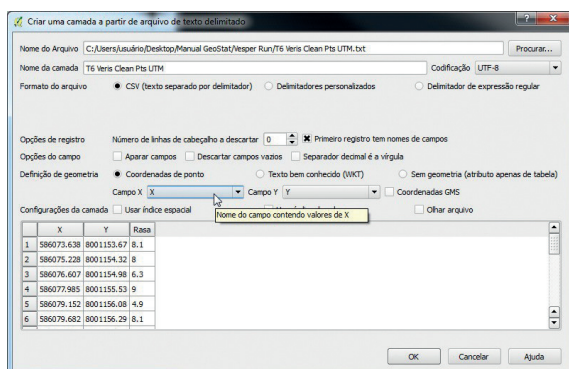


Figura 7.9. Sub-janela “Criar uma camada a partir de arquivo de texto delimitado” para formatação do texto na importação de um arquivo de texto.

Conforme discutido no Item 7.4, após clicar em “OK”, a sub-janela “Seletor de Sistema de Coordenadas de Referência” será automaticamente aberta. Passo onde é necessário definir o mesmo sistema de projeção cartográfica relacionada a área de estudo para se poder observar a superposição precisa das camadas de informação, no caso dos dados considerados como exemplo sendo: SIRGAS UTM 22S (Figura 7.4).

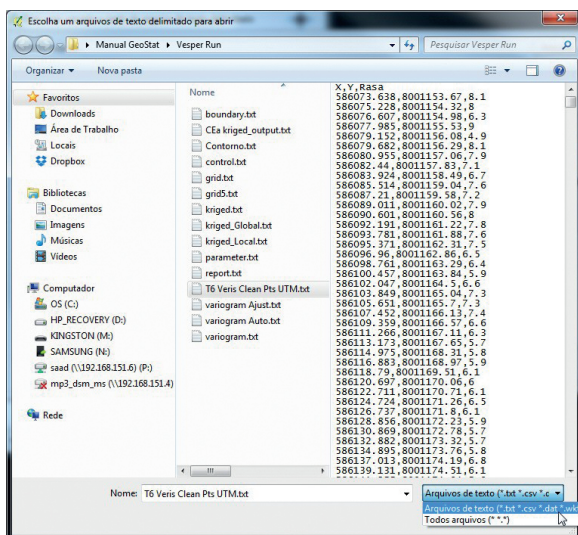
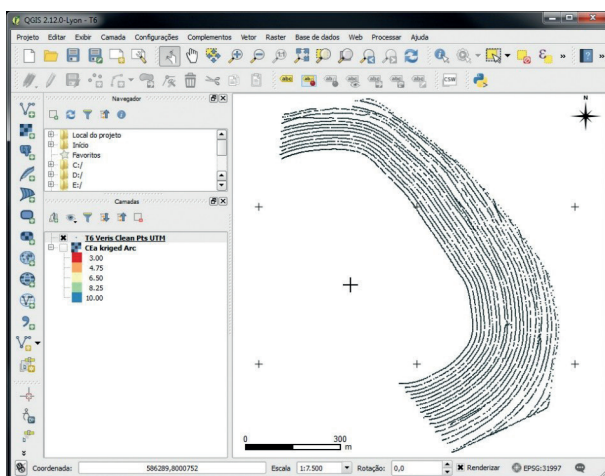


Figura 7.10. Sub-janela “Criar uma camada a partir de arquivo de texto delimitado” para definição do tipo de extensão e do arquivo de texto sendo importado em ambiente SIG.

Uma vez selecionado o sistema de georreferência, ou cancelada esta opção para uma importação sem definição de uma cartografia de referência, o mapa de pontos com a localização precisa dos locais observados no monitoramento intensivo aparecerá como uma nova camada no QGIS (Figura 7.11).



**Figura 7.11.** Mapa dos pontos de observação da  $CE_a$ , para visualização e validação da localização dos dados brutos gerados no monitoramento intensivo.

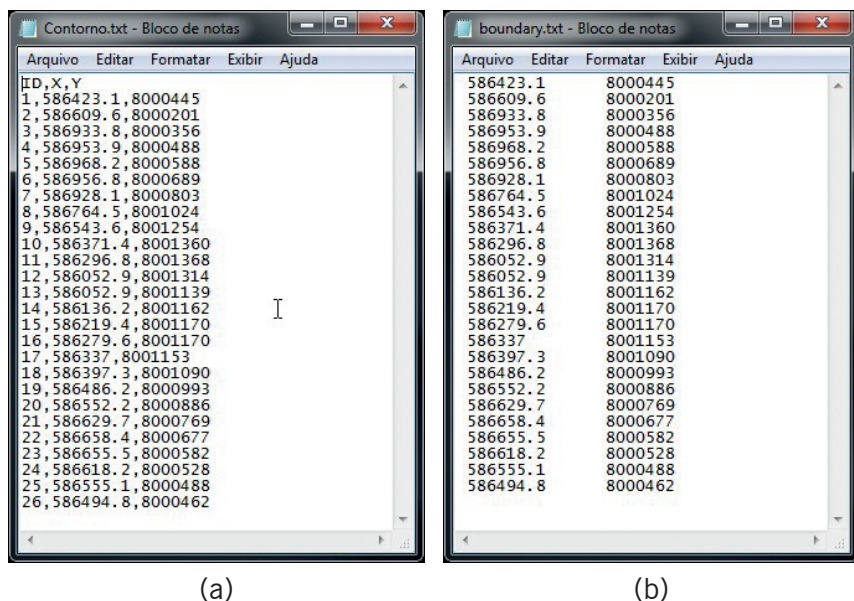
### Importando o Contorno de Interpolação Criado no Vesper

Na aba de krigagem do Vesper é possível criar, de forma interativa, o contorno da área de krigagem que envolve os pontos de observação. Este mapa vetorial de contorno é gerado pelo Vesper como um arquivo de texto contendo os pares de coordenadas dos vértices do contorno delimitados por tabulação (Figura 7.12.a). No Vesper este arquivo serve para delimitar a grade regular de interpolação a ser gerada para definir a posição dos pontos a serem estimados na krigagem. Esta informação pode ser também importante na integração de dados no SIG, servindo de representação do perímetro da área de estudo ou de molde para corte de sub área de outras camadas de informação com extensão mais abrangente.

No QGIS, a importação do mapa de contorno gerado no Vesper é feita em duas etapas distintas. A primeira segue os procedimentos

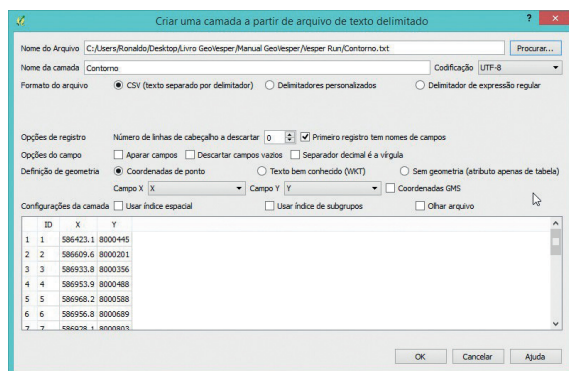


detalhados acima descritos, importando o arquivo de contorno como um texto delimitado, conforme os passos para a **“Visualização Georreferenciada dos Dados Brutos”**. Após esta importação é necessário utilizar um complemento de software do QGIS denominado **“Points2One”**. Este complemento permitirá um processamento onde os pares de coordenadas dos vértices do contorno poderão ser conectados por arcos, definindo assim duas novas camadas vetoriais: um mapa de arcos interligados, compondo o perímetro da área, e um mapa poligonal preenchendo toda a extensão da área. Entretanto, este complemento exige que o arquivo texto com os pares de coordenadas tenham uma linha de cabeçalho identificando as variáveis e uma coluna indexadora adicional, definindo a sequência correta em que as coordenadas dos vértices devem ser conectadas (Figura 7.12.b). Para isto, o arquivo de contorno gerado no Vesper precisa ser editado, para satisfazer esta requisição antes do procedimento descrito abaixo ser implementado.

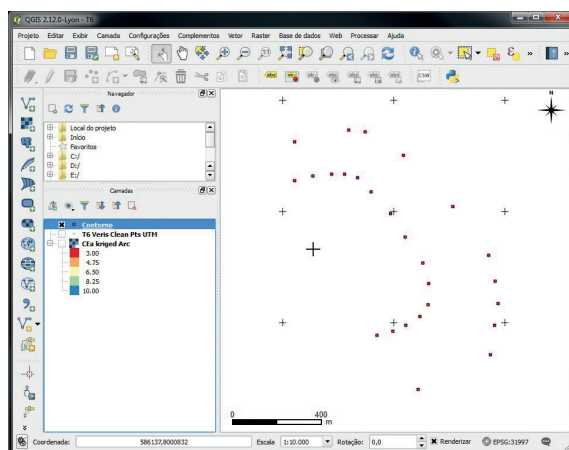


**Figura 7.12.** Diferença entre os arquivos de texto contendo os pares de coordenadas dos vértices que definem o contorno da área de estudo, sendo (a) formatação do arquivo gerado no Vesper com texto delimitado por tabulações; e (b) formatação requisitada pelo complemento do QGIS para o arquivo com cabeçalho, coluna de indexação e delimitado por vírgulas.

Inicialmente, repetem-se os passos descritos acima para o procedimento de visualização georreferenciada dos dados brutos, segundo as definições de opções ilustradas na Figura 7.13, para obtenção da camada de pontos representada na Figura 7.14.



**Figura 7.13.** Sub-janela “Criar uma camada a partir de arquivo de texto delimitado” para formatação do arquivo texto na importação dos vértices do contorno da área de estudo.



**Figura 7.14.** Mapa de pontos com os vértices do contorno da área definida no Vesper para krigagem. Resultado da importação de um arquivo de texto delimitado.

A conectividade entre os vértices do contorno definido no Vesper pode ser processada no QGIS para gerar um mapa vetorial de linhas,

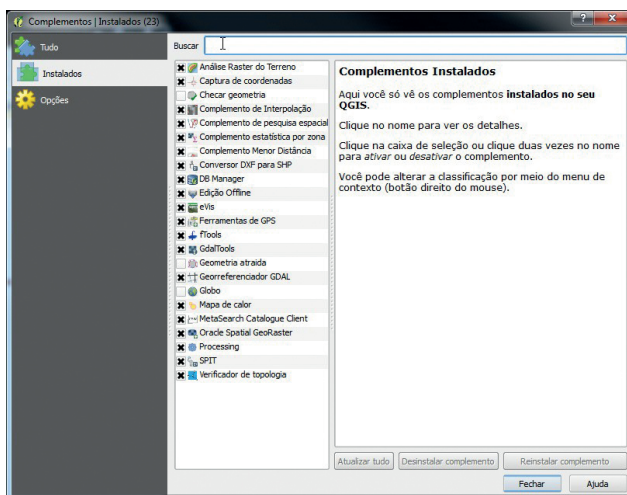


delineando um limite de análise, ou de polígonos, definindo uma superfície sendo analisada. Estes processamentos encontram-se como opções de comando de um *plug-in* (i.e.: complemento de software) denominado **“Points2One”**. Este complemento se encontra livre para download, instalação e gerenciamento através da janela **“Complementos”**. Esta janela lista e disponibiliza as ferramentas de todos os repositórios conectados aos servidores *online* do QGIS. Para isto bastando estar conectado à Internet, para clicar sobre o nome do complemento desejado, e, em seguida, clicar no botão **“Instalar complemento”**. A janela **“Complementos”** (Figura 7.15) é ativada selecionando a aba **“Complementos”** do menu barra de ferramentas, e clicando na opção **“Gerenciar e Instalar Complementos”**. Uma vez a janela aberta, uma lista de complementos é listada por categoria: sendo: **“Tudo”**, **“Instalados”**, **“Não instalados”**, **“Atualizável”** e **“Opções”**.

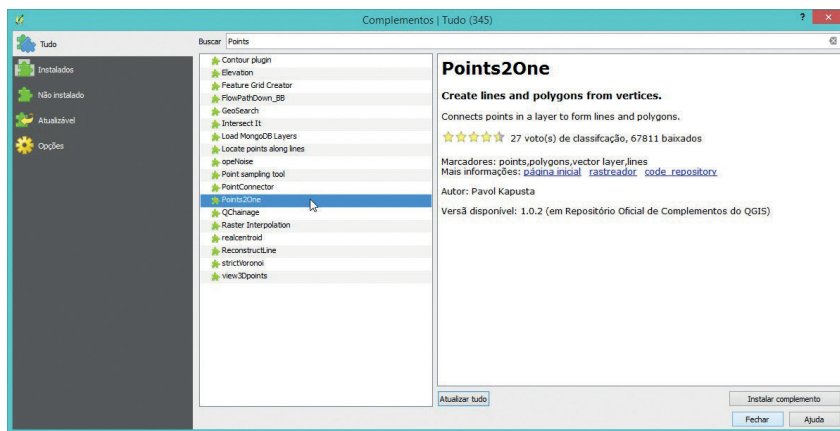
O download, instalação e ativação do complemento **“Points2One”** para geração dos mapas de contorno e de superfície da área considerada seguem os seguintes passos:

1. Na aba **“Tudo”** (ou **“Não Instalado”**), utilizar a ferramenta de busca, campo **“Buscar”**, para digitar o nome do complemento. Conforme a digitação é feita, uma lista de nomes de funções afins é dinamicamente atualizada. Neste caso a palavra **“Point”** já será o suficiente para o plug-in desejado ser localizado;
2. Clicar em cima do nome do complemento, **“Points2One”**, e depois clicar no botão **“Instalar complemento”** (Figura 7.16.a);
3. Após a instalação ser finalizada, o complemento aparecerá listado nas categorias **“Tudo”** e **“Instalados”**; devendo estar com o seu **“box de seleção”** acionado (Figura 7.16.b) para permitir que a opção de comando **“Points2One”** apareça ativa na aba **“Vetor”** da barra de ferramentas (Figura 7.16.c);
4. A janela **“Points2One”** é ativada selecionando a aba **“Vetor”** do menu barra de ferramentas, e clicando na opção **“Points2One”** (Figura 7.16.c). Uma vez a janela **“Points2One”** aberta, várias de opções de comando ficam disponíveis para definir o formato e as características das camadas sendo geradas (Figura 7.17);
5. Para gerar um mapa de linhas com o contorno da área, as seguintes definições deverão ser feitas (Figura 7.17.a):

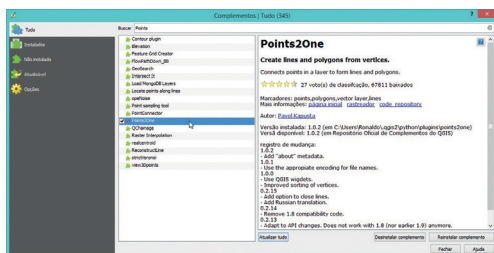
- a) Definir a camada de entrada com os pontos dos vértices do contorno;
  - b) Clicar em **“Create lines”**;
  - c) Definir um nome para o arquivo resultante no campo **“Shape file de saída”**; e
  - d) Ativar a opção **“Adicionar dados à tela”**, para permitir a visualização imediata da camada gerada após o processamento, e clicar em **“OK”**.
6. Para gerar um mapa de polígonos com a superfície da área, as seguintes definições deverão ser feitas (Figura 7.17.b):
- a) Definir a camada de entrada com os pontos dos vértices do contorno;
  - b) Clicar em **“Create polygons”**;
  - c) Definir um nome para o arquivo resultante no campo **“Shape file de saída”**; e
  - d) Ativar a opção **“Adicionar dados à tela”**, para permitir a visualização imediata da camada gerada após o processamento, e clicar em **“OK”**.



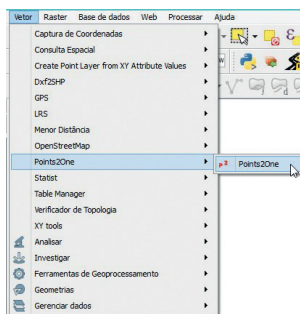
**Figura 7.15.** Interface para gerenciamento dos complementos instalados no QGIS para localização e instalação da extensão **“Points2One”** na sub-janela de complementos.



(a)

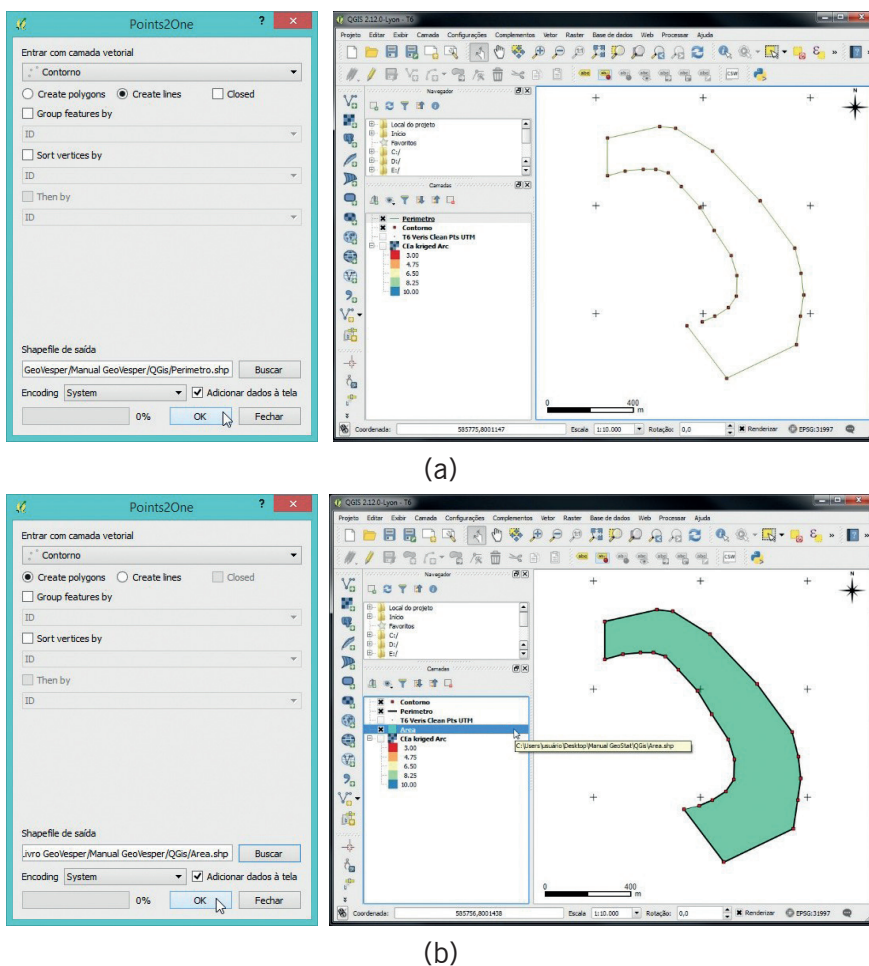


(b)

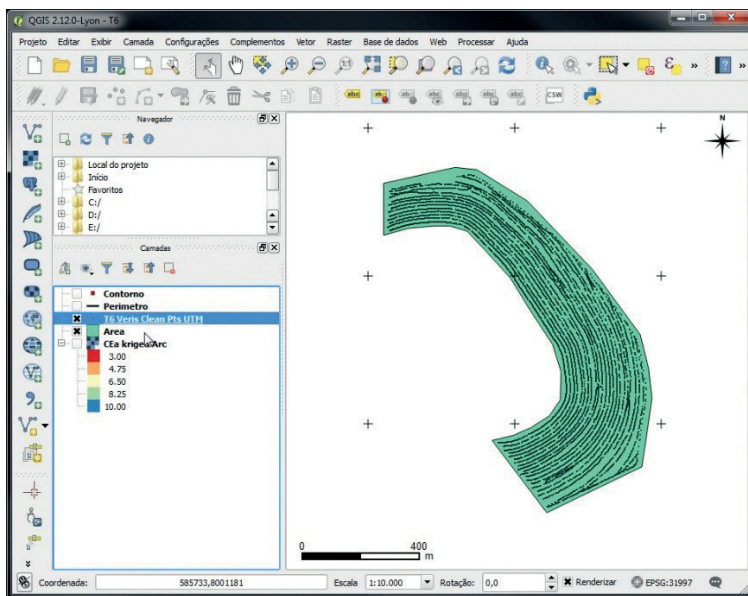


(c)

**Figura 7.16.** Seleção do complemento “Points2One” na aba “Vetor” do menu barra de ferramentas (em c), depois de selecionado e instalado na sub-janela “Complementos” (em a e b respectivamente).



**Figura 7.17.** Mapas vetoriais gerados a partir do arquivo de contorno de interpolação definido no Vesper com as coordenadas dos vértices do contorno da área de krigagem, sendo: a) perímetro linear; e b) área poligonal.



**Figura 7.18.** Superposição de mapas no QGIS, ilustrando os a localização dos dados brutos sobre a área gerada a partir do contorno de interpolação definido no Vesper.